

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 29 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592645

研究課題名(和文) 運転者、とくに高齢運転者の安全に関わる視覚機能の解明

研究課題名(英文) Research on visual function related to safety of drivers, especially elderly drivers.

研究代表者

根岸 一乃(Negishi, Kazuno)

慶應義塾大学・医学部・准教授

研究者番号：10228281

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究で、高齢運転者の実用視力と有効視野検査VFIT-EV(Visual Field with Inhibitory - Elderly Version)および運転適性検査の成績に相関があることが示され(2014年The Association for Research in Vision and Ophthalmology; ARVO, 2015年Asia ARVO, 第68回日本臨床眼科学会総会にて発表, 論文投稿中), 実用視力は安全運転のための重要な視覚機能、認知機能(有効視野)、運動機能(反応時間)を短時間でスクリーニング可能な運転適性のスクリーニングに有望な検査である。

研究成果の概要(英文)：This study revealed that functional visual acuity (FVA) was significantly correlated with the results of the useful field of view measured by VFIT-EV (Visual Field with Inhibitory -Elderly Version) and the driving aptitude test (Presented at the annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology; ARVO in 2014, Asia ARVO in 2015, and the 68th annual congress of Japan Clinical Ophthalmology), and showed that the FVA test may be a promising method to screen the driving aptitude including visual, cognitive(the useful field of view) and motor (reaction time of the driving aptitude test) functions within a short measurement time.

研究分野：眼科学

キーワード：運転 高齢者 視機能 実用視力 有効視野

1. 研究開始当初の背景

わが国はかつてない高齢化社会を迎えており、厚生労働省の推計によれば、2025年には全人口の25%が65歳以上になると考えられている。国民の高齢化に伴って高齢運転者も増加しているが、高齢運転者の事故発生率は若年者よりも高く(図1)、いかに高齢運転者の

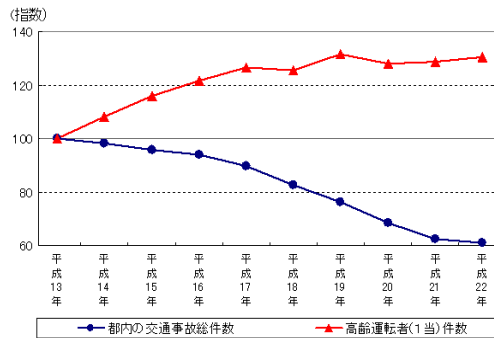


図1: 都市内における高齢運転者の交通事故推移(平成13年を100とした指数によるグラフ。警視庁ホームページより)

事故率を低下させるかが急務となっている。高齢運転者の事故は、視覚機能の低下が自覚できていないことに起因する事故が多いとされている。具体的には、視界がせまい、安全確認が不十分、標識の見落としが目立つ、とっさの判断の遅れなどであるとされる。また、統計によれば、高齢者の事故のピークは夕方5時台にある。このような時間帯の視覚機能で問題となるのは、グレア障害と薄暮視(または夜間視)における視機能である。過去の報告では視野やグレア障害が衝突事故の発生と関連することが報告されている(Invest Ophthalmol Vis Sci. 2007 Apr;48(4):1483-91.)。加齢により白内障がない眼であってもグレア障害(straylight)が増加することが報告されている(VAN DEN BERG et al, Am J Ophthalmol 2007;144:358-363.)。また、白内障の患者ではグレア障害(straylight)が増加することが知られているが、平成14(2002)年3月に示された白内障診療ガイドライン(厚生科学研究班編)によると、初期混濁を含めた有所見率は加齢に伴って増加し、50歳代で37~54%、60歳代で66~83%、70歳代84~97%、80歳以上で100%であり、高齢運転者の多くに白内障があることが推察される。過去の報告によれば、ヨーロッパの運転者の視力の基準を満たしている白内障患者のうち、78%はグレア障害を基準とすれば運転に適していない可能性がある。すなわち、これらのことは、高齢運転者の加齢または白内障による潜在的なグレア障害が、運転の安全上問題となる可能性を示す。一方で、研究申請者らは、これまで白内障および屈折矯正手術患者の視機能についての研究を主に行い、視力検査のみでは検出不能な視機能低下が存在し、こ

れを実用視力検査(後に詳述)で検出可能であることを明らかにしてきた(Curr Opin Ophthalmol. 2011 Jan;22(1):31-6, J Cataract Refract Surg. 2011 Feb;37(2):258-64., J Refract Surg. 2009 May;25(5):410-5他)。

さらに我々は当大学倫理委員会承認のもとに、2009年、東名高速道路足柄サービスエリアにて20歳以上のドライバー124名を対象として、運転と視機能(視力、実用視力等)に関する探索的研究を行い、高齢運転者では実用視力が低下している割合が高く、実用視力が夜間運転時の自覚的な見えにくさと関連している可能性があるという予備(preliminary)データを取得していた。

2. 研究の目的

前述の背景から、研究申請者は、高齢運転者の安全性を確保するためには、視力検査をよりどころとする我が国の免許資格は不十分であると考えており、本研究は、運転者、とくに高齢運転者の安全性に関わる視覚機能を解明し、高齢運転者の事故発生率を減少させるための視覚に関わる基礎データを取得することを目的として行った。

4. 研究成果

本研究では、運転者の安全のための3要素である視覚機能・認知機能・運動機能をいずれも反映できると推察される機器(実用視力計)を使用した。実用視力検査(図2)は、通常の見力検査のような時間制限のない状態で視覚機能の最良値を測定するものではなく、1分間継続的に測定しその平均値を「実用視力」と定義している。

実用視力検査では1つの視標の判断時間は2秒以下に制限されている(2秒以内に回答しない場合は1段階大きい視標に自動的に変化し、再検査となる)また、1分間の視力の平均値以外にも、その間の視力の最小値や通常の視力値に対する視力維持率などもパラメータとして測定可能である。さらに、回答はジョイスティックを動かすことによって行うため、視覚機能に加えて認知機能および



図2: 実用視力計: 患者はモニターに表示された視標に応じてジョイスティックを動かして回答する。一定時間連続して施行する視力検査

運動機能の影響も含まれると推察される、新しい概念の検査法である。

また、藤田らは、省スペースで身体機能や言語機能などの影響を受けにくい抑制課題付有効視野測定法(Visual Field with

Inhibitory Tasks;以下 VFIT) の課題難易度を高齢者用に調整した高齢者版 (Elderly Version;以下、EV) を開発し、高齢運転者において VFIT-EV の正解率と実車評価の間に相関がみられたことから、VFIT-EV が高齢者の運転適性の指標として有効であると報告している (藤田佳男他、高齢者の運転適性と有効視野、作業療法 31:233-244, 2012)。研究申請者らは本研究で、高齢運転者の実用視力のパラメータである平均視力、最低視力、



図 3: 抑制課題付有効視野測定法・高齢者版

視力維持率と VFIT-EV の成績に相関があることを示し、実用視力が運転適性判定に有用であることを報告した (図 4) (2014 Annual meeting, The Association for Research in Vision and Ophthalmology; ARVO にて一部発表, 2015 Asia ARVO にて発表予定, 英文論文投稿準備中)。一方、研究申請者らは、高齢運転者の運転適性検査 (表) の成績と実用視力の関連についても検討し、運転適性検査下

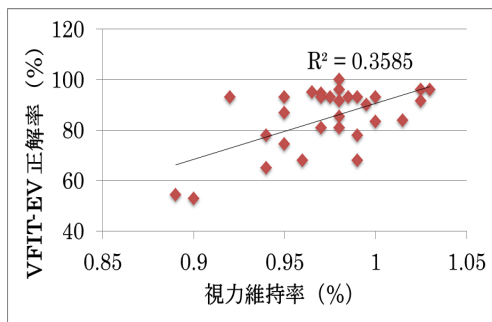
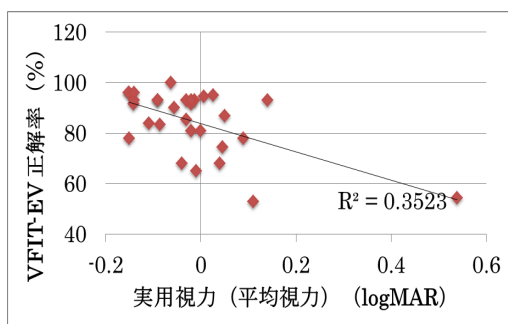


図 4: 実用視力検査結果 (平均視力および視力維持率) と VFIT EV 正解率の関係

位尺度項目の反応速度、のんびり傾向、判断動作の速さ (以上単純反応)、状況対応の速さ (ハンドル操作) は実用視力の反応時間と相関をみとめたことから、実用視力検査の反応時間は運転適性、とくに運動機能を反映す

ることも明らかにした (第 58 回日本臨床眼科学会総会にて発表予定, 英文論文投稿準備中)。

運転適性下位尺度	相関係数	P 値
単純反応検査 (反応の速度)	.567	.027
選択反応検査 (判断動作)	.515	.049
ハンドル操作 (対応の速さ)	-.598	.019

表: 実用視力の反応時間と運転適性検査下位尺度の反応速度の相関

以上より、本研究で実用視力は安全運転のための重要な視覚機能、認知機能 (有効視野) 運動機能 (反応時間) の 3 要素を同時にスクリーニング可能な、運転適性のスクリーニングに優れた検査であることが判明した。

一方、眼周囲環境が運転に関連する視機能に及ぼす影響についても検討し、以下の結果を得ている。まず、グレア障害を軽減する短波長カットフィルターが視機能検査結果に及ぼす影響について検討した。対象は 60 歳以上で普通免許を有しており、通常の生活で自動車の運転をする方とした。被験者の平均年齢は 67.0 歳であった。方法は、グレア障害を減少させる短波長カットフィルター装着の有無により、有効視野検査結果が変化するかどうかを検討した。その結果、フィルターの装着により有効視野検査の正答率は有意に上昇し、反応時間は有意に減少することがわかった (いずれも $P < 0.05$)。以上から、短波長カットフィルターの装着は高齢運転者の安全性を向上させる可能性があると考えられた。これに加え、(1) 検査室内湿度変化が実用視力に及ぼす影響および (2) 検査室内湿度変化がドライビングシュミレータのパラメータに及ぼす影響についても検討した。対象は 60 歳以上で普通免許を有しており、通常の生活で自動車の運転をする 15 名とした。被験者の平均年齢は 66.8 歳であった。15 名中 5 名がドライアイの診断基準を満たしていた。(1) の結果として、実用視力検査のパラメータは、湿潤環境においてはドライアイ群 (5 名) 非ドライアイ群 (10 名) でいずれも有意差がなかったが、乾燥環境においては、パラメータの一つである最高視力がドライアイ群において有意に低かった ($P < 0.05$)。 (2) については、ドライビングシュミレータの評価項目のうち、単純反応検査において乾燥環境では「反応速度」と「のんびり傾向」が有意に増加 (いずれも $P < 0.05$) しており、同一者において乾燥環境の方が運転適性が低くなっていた。さらに、15 名をドライアイ群 (5 名) と非ドライアイ群 (10 名)

に分けて検討したところ、非ドライアイ群においては湿潤環境と乾燥環境ですべての評価項目で有意差がなかったが、ドライアイ群では単純反応検査において乾燥環境では「反応速度」と「のんびり傾向」が有意に増加(いずれも $P < 0.05$)した。また、乾燥環境、湿潤環境の双方においてドライアイ群では、ハンドル操作の「状況対応の速さ」が有意に低く、ドライアイ群の方が運転適性が低いことが示された。

以上から、検査室内湿度が低下すると運転適性が悪化し、安全のためには検査室内湿度が低下しないようにコントロールすることが重要であることが示唆された。また、ドライアイ患者は非ドライアイの人に比べて運転適性が低いことが示唆された。

今後の展望

高齢運転者の免許更新に関わる視覚機能検査の新基準を考案するうえで、できるだけ簡便かつ少ない検査項目で的確に安全性に関わる身体機能を判断する必要がある。本研究では、実用視力計が、高齢運転者の安全のための3要素である視覚機能・認知機能・運動機能の影響を含むことを示し、高齢運転者の運転適性検査法としての可能性を示した。本研究によって取得した基礎データを基に、今後は、検査課題の改良や検査時間の短縮を行って改良すれば、省時間、省スペースの簡便な運転適性スクリーニング検査機器として汎用できると考えている。今後の研究により、高齢運転者に対する新しい運転適性スクリーニング検査が開発されれば、超高齢社会の交通事故の減少につながる可能性が高く、その社会的意義は大きい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

1. 藤田佳男, 三村 将, 飯島 節: 障害者に対する運転リハビリテーション. 作業療法ジャーナル, 49(2): 94-99, 2015.
2. Yamanaka K, Tomioka H, Kawasaki S, Noda Y, Yamagata B, Iwanami A, Mimura M: Effect of parietal transcranial magnetic stimulation on spatial working memory in healthy elderly persons-comparison of near infrared spectroscopy for young and elderly. PLoS One, 9(7): e102306, 2014.
3. Yamagata B, Kobayashi H, Yamamoto H, Mimura M. Visual text hallucinations of thoughts in an alexic woman. Journal of the Neurological Sciences, 339(1-2): 226-228, 2014.
4. 三村 将: 認知症と運転について理解しておくべきポイントは? CNS today 認知神経科学, 3(1): 10-11, 2013.
5. 岡 瑞紀, 三村 将: 高齢者の自動車運転をめぐる諸問題. Geriatric Medicine,

50(2): 131-135, 2012.

〔学会発表〕(計7件)

1. 根岸一乃, 清水努, 増井佐千子, 佐伯めぐみ, 鳥居秀成, 西恭代, 寸田剛司, 三村将, 坪田一男. 高齢運転者の運転適性と実用視力. 第68回日本臨床眼科学会 神戸 2014.11.13-16
2. Masaru Mimura: Developing a system for evaluation of driving capacity in Japan. Evaluation of capacity and supported decision making for people with cognitive disabilities. World Congress of Psychiatry, 2014.9.14-18, Madrid, SPAIN, Final Program, pp.346,
3. 富岡 大, 山縣 文, 仲秋秀太郎, 加藤貴志, 藤田佳男, 堀田章悟, 清水拓未, 三村 将: NIRSによる自動車運転操作時の高齢者の前頭葉機能評価. 第19回認知神経科学学会学術集会, 東京大学, 2014.7.26, 認知神経科学, 16(2): 129, 2014.
4. 三村 将: 精神科における自動車運転能力評価. 第110回日本精神神経学会学術総会, 横浜, 2014.6.26, 抄録集, pp.S-294.
5. Shimizu T, Masui S, Saiki M, Torii H, Dogru M, Tsubota K, Negishi K. Relationship between Functional Visual Acuity and Functional Visual Field in Elderly Drivers with Normal Cognitive Status. ARVO 2014 Annual Meeting. May 4-8, 2014 Orlando, USA.
6. Kato T, Shiino M, Kubota N, Inobe J, Nakaaki S, Mimura M. Introduction of the Japanese version of the Stroke Drivers Screening Assessment. 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, Beijing, China, 2013.6.16-20, Journal of Rehabilitation Medicine, 53(Suppl.): OR18-311A-07, 2013.
7. 三村 将: 認知症と自動車運転. 第109回日本精神神経学会学術集会, 福岡, 2013.5.25, 精神神経学雑誌, 第109回日本精神神経学会学術総会 特別号 S-1 ~ S-710, 2013.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

6. 研究組織

(1)研究代表者

根岸 一乃 (NEGISHI, Kazuno)

慶應義塾大学・医学部・准教授

研究者番号: 10228281

(2)研究分担者

三村 將 (MIMURA Masaru)

慶應義塾大学・医学部・教授

研究者番号： 00190728

(3)研究協力者

寸田 剛司 (SUNDA Takashi)

藤田 佳男 (FUJITA Yoshio)

増井 佐千子 (MASUI Sachiko)